

2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,50
306,87

Grundfunktionen und Beispiele aus Statistik & Six Sigma



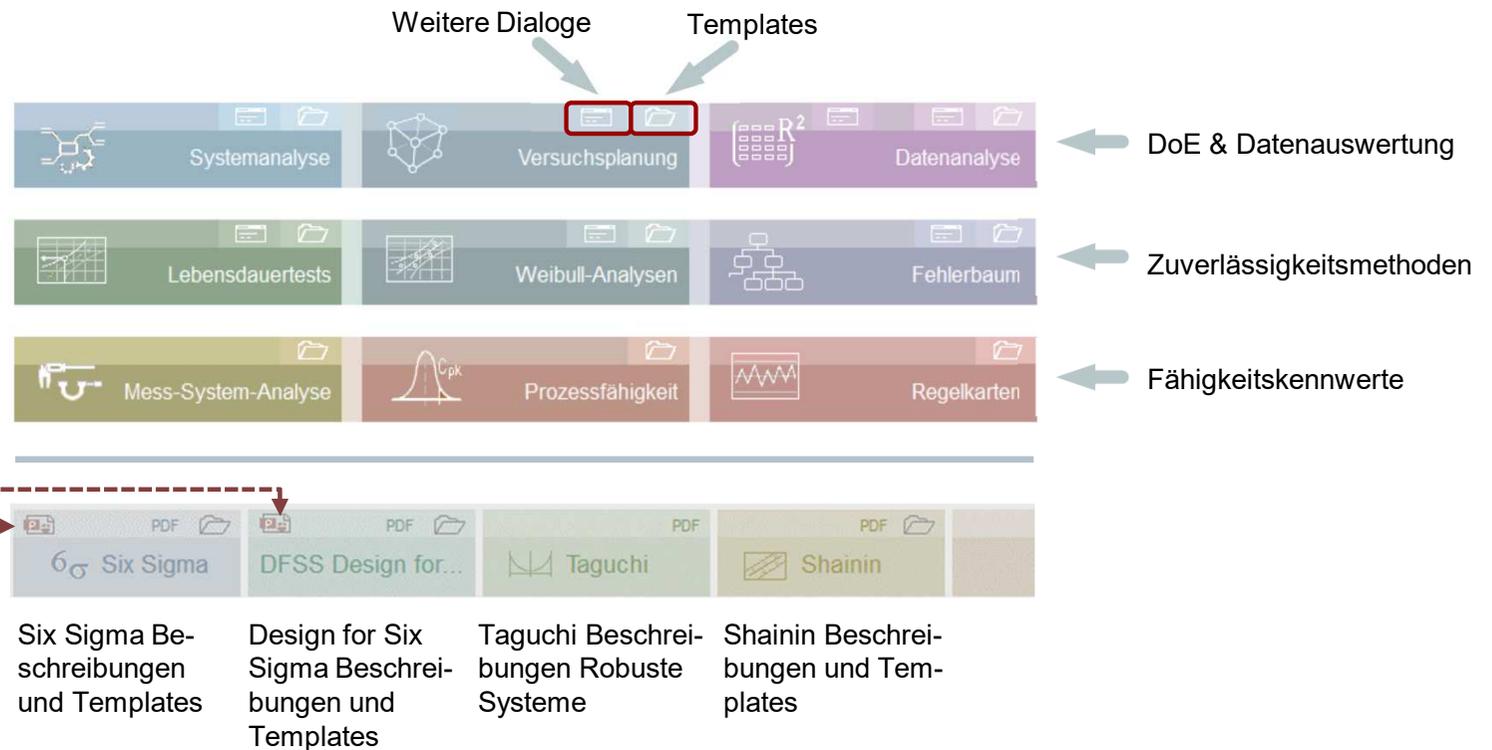
2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,50
306,87

Der Einstiegsleitfaden

Der Einstiegsleitfaden gliedert die 3 Hauptbereiche DoE & Datenauswertung, Zuverlässigkeitsmethoden und Fähigkeitskennwerte. Zur DoE gehört als Vorbereitung die Systemanalyse. Im unteren Teil gibt es weitere wichtige Methoden.

 Dieses Symbol links öffnet das Startbild (Einstiegsleitfaden)

Viele Methoden werden als Templates bereitgestellt, deren Berechnungen über einfache Makros als „Open-Source“ bereitgestellt werden.



Der Einstiegsleitfaden

Ausführliche Steckbriefe mit Einführung in die Methoden und anschließender Programmgrammbeschreibungen finden sich unter <https://crgraph.de/themen-index>



www.versuchsmethoden.de/Systemanalyse.pdf

www.versuchsmethoden.de/Versuchsplanung.pdf

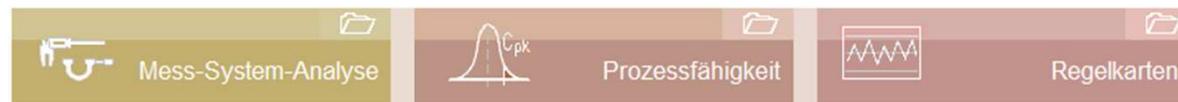
www.versuchsmethoden.de/Multiple_Regression.pdf



www.weibull.de/Lebensdauertests.pdf

www.weibull.de/Weibull-Analysen.pdf

www.weibull.de/Fehlerbaumanalyse.pdf



www.versuchsmethoden.de/Mess-System-Analyse.pdf

www.versuchsmethoden.de/Prozessfähigkeit.pdf

www.versuchsmethoden.de/Regelkarten.pdf

Daten und Darstellungen

Visual-XSel ist grundsätzlich in zwei Bereiche geteilt, der Excel[®] ähnliche Tabelle links der Ausgabeseite rechts, die exakt dem späteren Ausdruck entspricht, z.B. im Format DIN A4.

Beispiel für Auswertung über Multiple Regression
Zielgröße über Faktoren

$$\text{Besc} = -1,16686 \frac{\text{Steil} - 2750}{1750} - 0,83833 \frac{\text{Dämpf} - 19}{11} + 0,60649 \frac{\text{Steil} - 2750}{1750} \frac{\text{Dämpf} - 19}{11} + 1,054252 \left(\frac{\text{Steil} - 2750}{1750} \right)^2 + 5,013979$$

Querlenker = 12500
 Spurstange = 5750
 Kolbenstange = 225000
 Daempferrohr = 210000

	A	B	C	D	E
1	SteifigkStr	DämpfgStr	Querlenker	Spurstang	Kolbenstange
2	1000	8	5000	4750	210000
3	1500	8	5000	4750	210000
4	2000	8	5000	4750	210000
5	2500	8	5000	4750	210000
6	3000	8	5000	4750	210000
7	3500	8	5000	4750	210000
8	4000	8	5000	4750	210000
9	4500	8	5000	4750	210000
10	2500	15	5000	4750	210000
11	2500	20	5000	4750	210000
12	2500	8	7200	4750	210000
13	2500	8	10000	4750	210000
14	2500	8	15000	4750	210000
15	2500	8	20000	4750	210000
16	2500	8	5000	1500	210000
17	2500	8	5000	2500	210000
18	2500	8	5000	6000	210000
19	2500	8	5000	10000	210000
20	2500	8	5000	4750	50000
21	2500	8	5000	4750	100000
22	2500	8	5000	4750	300000
23	2500	8	5000	4750	400000
24	2500	8	5000	4750	210000
25	2500	8	5000	4750	210000
26	2500	8	5000	4750	210000
27	2500	8	5000	4750	210000
28	2500	8	5000	4750	210000
29	1000	30	5000	1500	50000
30	4500	30	20000	1500	50000
31	4500	30	5000	10000	50000
32	1000	30	20000	10000	50000
33	4500	30	5000	1500	400000
34	1000	30	20000	1500	400000
35	1000	30	5000	10000	400000
36	4500	8	20000	10000	400000
37	4500	30	5000	1500	50000

Tabellenbereich für Daten

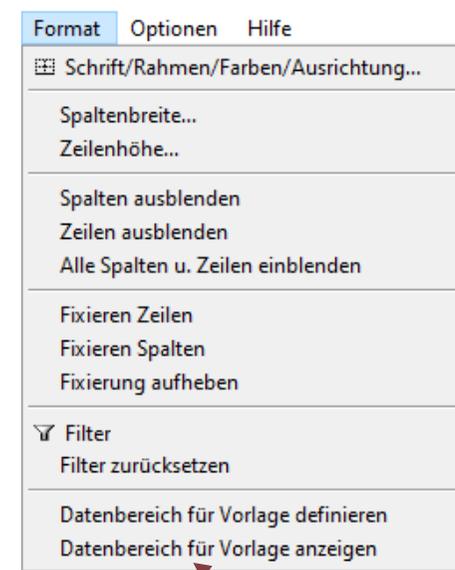
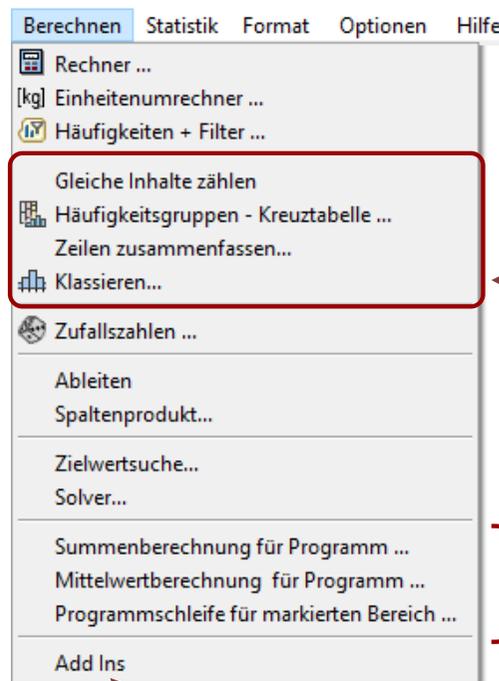
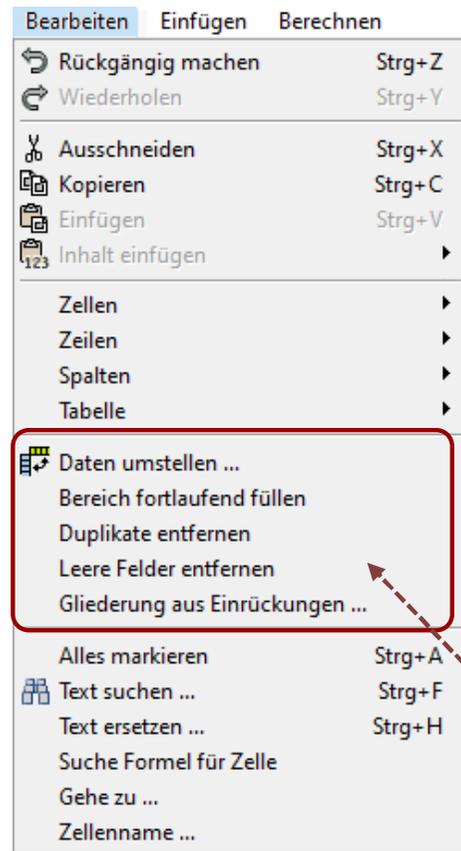
Hauptfenster mit Diagrammen etc.



Die Trennung erweitert sich automatisch, je nachdem wo aktiv gearbeitet wird, kann aber manuell verändert werden.

Tabellenfunktionen

Für die Tabelle gibt es leistungsfähige Bearbeitungsfunktionen, z.B. zum Klassieren von Daten.



Eigene Add Ins
⇒ benutzerdefinierte Funktionen

Erstellt aus eingerückten Texten eine Gliederung aus der Strukturdiagramme dargestellt werden können

Sonderfunktionen für Makros

Zeigt an oder definiert den Zielbereich der Daten für Templates

Filterfunktion

Die Filterfunktion ermöglicht neben der Filterung der Daten auch eine Übersicht der wichtigsten statistischen Kennwerte.

Bei Klick auf die oberste Zeile, oder durch Markierung der Spalte erscheint ein Filtersymbol.

	A
1	
2	3
3	3
4	4
5	4
6	4

Abhängig von den Daten wird eine Häufigkeitsverteilung gezeigt (numerische Spalten werden dabei klassiert).

Datenzeilen können gefiltert werden. Der Vorgang kann mehrstufig durch mehrfachen Aufruf des Filtersymbols gemacht werden.

Die Statistik unten zeigt die wichtigsten Kennwerte, sowie einen statistischen Test auf diese Verteilungen. Weitere sind möglich

Statistische Kennwerte aus Daten

Umfangreichere Kennwerte auch für mehrere Spalten sind über *Statistik Summary* möglich.

Visual-XSel 17.0 - [Beispiel_Durchmesser.vxg]

Statistik Summary ②

- spaltenweise in neue Tabelle ... ③
- zeilenweise Mittelw.+ Stabw. neben dran

StatSummary

- Mittelwert
- Standardabw.
- Varianz ④
- Median
- 1. Quartil
- 3. Quartil
- Min
- Max
- Range
- Stichprobengröße n
- Vertrauensbereich 95%
- Vertrauensbereich 95%
- 10% Quantil
- 16% Quantil
- 90% Quantil
- 84% Quantil
- Schiefe
- Wölbung zentriert um -3

Beispieldaten: Menüpunkt *Datei/Beispieldaten* öffnen und *Datei / Beispiele / Beispiel_Durchmesser.vxt* wählen.

	A	B
1	Durchm	
2	15,215	①
3	15,210	
4	15,210	
5	15,180	
6	15,235	

	A	B
1	Durchm	
2	Mittel	15,217
3	Stabw.	0,025093
4	Quantil 16%	15,192
5	Quantil 84%	15,242
6	Min	15,145
7	Max	15,245
8	Range	0,1
9		

Einfügen aus der Zwischenablage

Beim Einfügen von Daten aus der Zwischenablage können gezielte Datenspalten ausgewählt und oder umgeformt werden, wenn mehr als 2 Datenspalten in der Zwischenablage vorhanden sind (entspricht der Funktion *Bearbeiten/Inhalte einfügen*).

Einfügen

Eine Vorschau zeigt den Inhalt der Zwischenablage

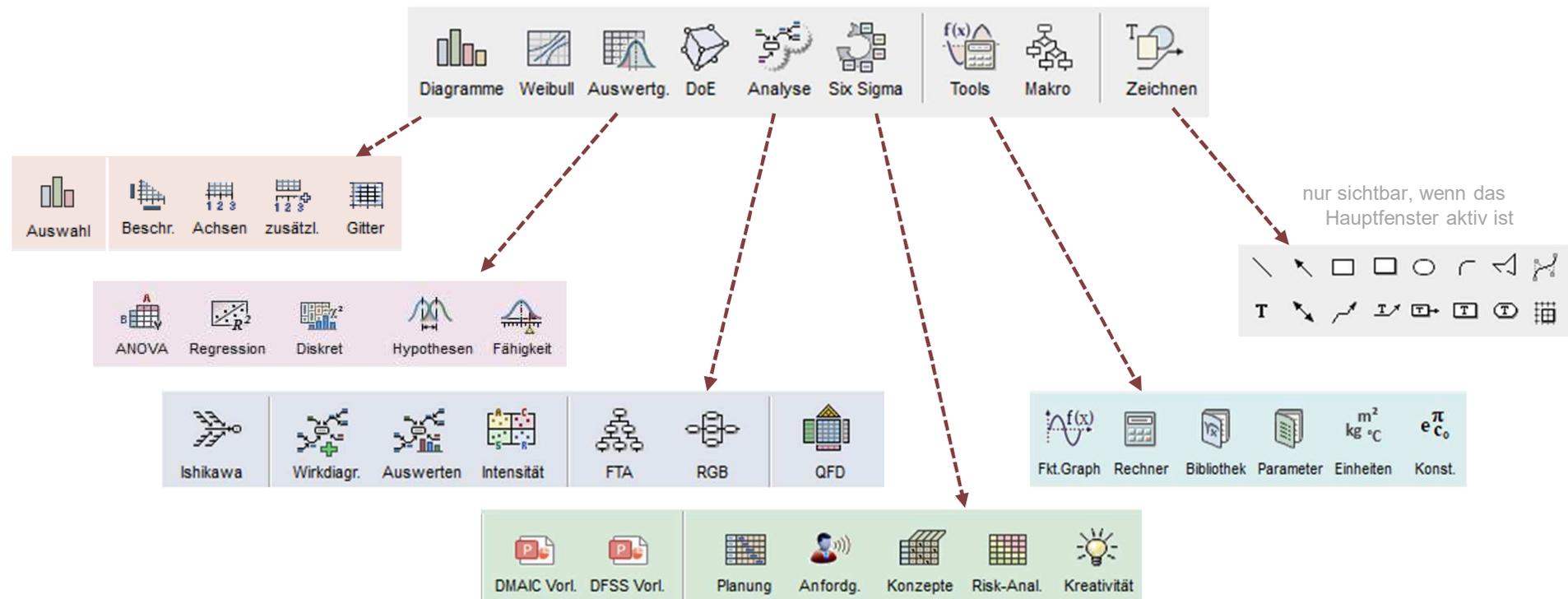
Gezielte Spalten können gewählt oder ausgelassen werden. Übertragen wird in der Reihenfolge, in der die Haken gesetzt werden.

Wichtige und häufig benötigte Umformungen, wie z.B. transponiertes Einfügen sind hier möglich.

A	B	C	D	E	F
Gew	Krft	Zyl	Hubr	KW	Achse
1340	Benz	4	1999	90	3,64
1350	Benz	4	1995	105	3,39
1375	Benz	4	1995	125	3,73
1480	Benz	6	2996	195	3,46
1395	Dies	4	1995	105	3,07
1450	Dies	4	1995	130	2,56
1495	Dies	4	1995	150	2,81
1670	Benz	4	1995	125	3,64
1730	Benz	6	2996	160	3,15

Ikonenleisten

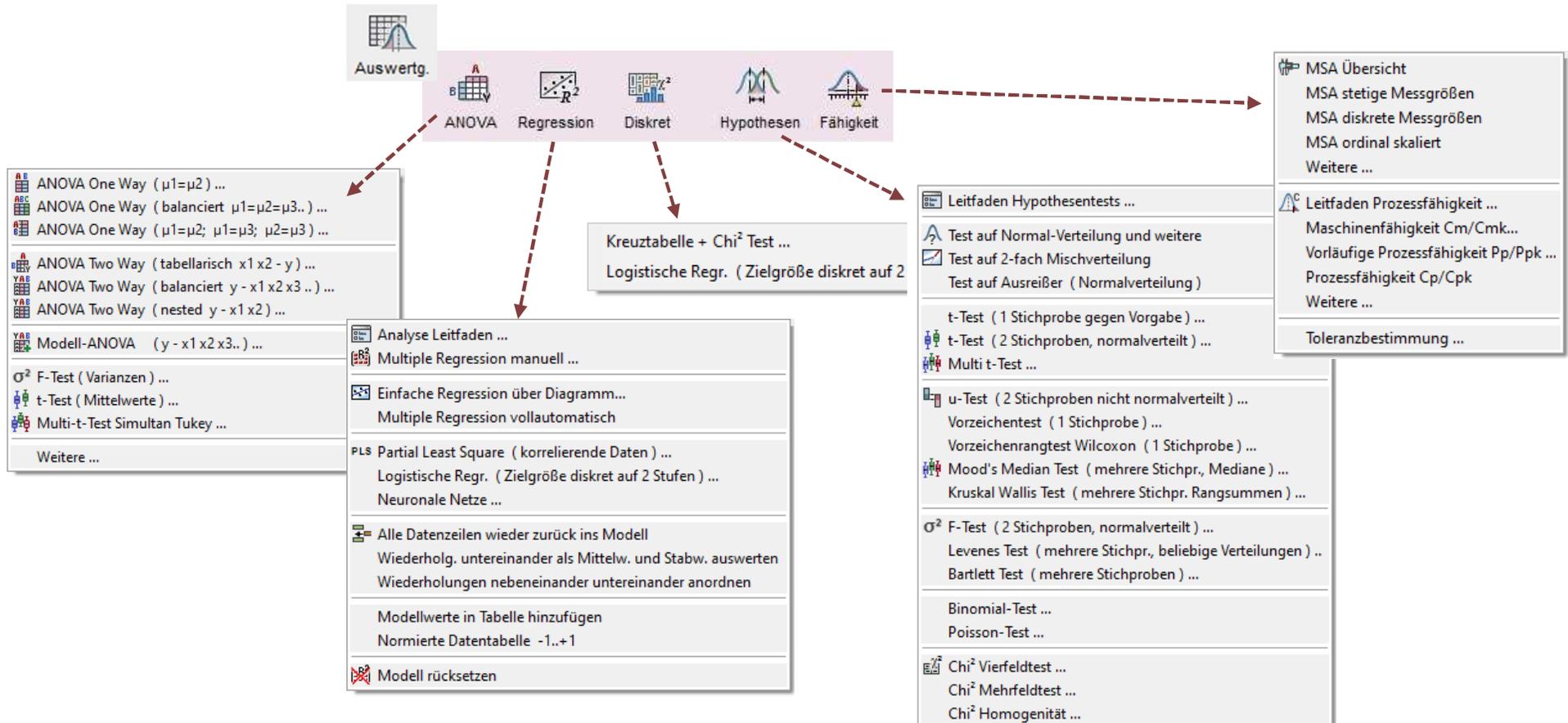
Die wichtigsten Ikonen der Menüleiste umfassen weitere Ikonenleisten.



Die Ikonen Weibull und DoE werden in eigenen Abschnitten beschrieben

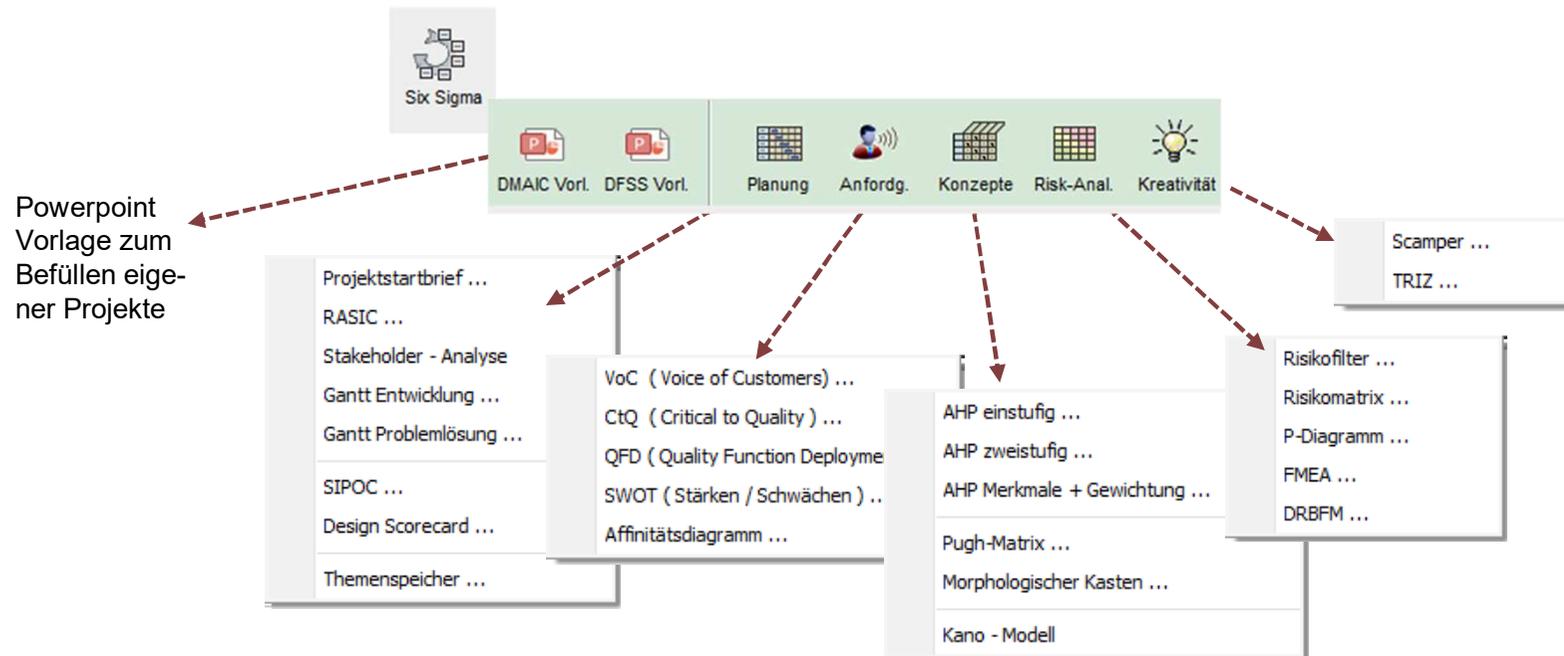
Ikonenleisten

Die Auswertung umfasst folgende Menüs und Funktionen



Spezielle Six Sigma Vorlagen

Für Six Sigma und Design for Six Sigma gibt es umfangreiche Excel® Vorlagen und Visual-XSel Templates



Weitere Information über Six Sigma mit Beispiel:

www.versuchsmethoden.de/SixSigma.pdf

Der Taschenrechner

Unter den Tools ist der Taschenrechner eine unverzichtbare Hilfe.

The screenshot shows the 'Tools' menu with 'Rechner' highlighted. Below it, the 'Alphanumerischer Taschenrechner' window is open, displaying the formula $y = 1 - e^{-\left(\frac{5}{2}\right)^2}$ and the result 0.99806955. To the right, the 'Konstanten' window shows a list of physical constants like π , e , g_n , etc. Further right, the 'Formelsammlung' window displays various mathematical formulas, including the normal distribution density function $h = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$.

Die Eingabe erfolgt wie in einer vollständig definierten Formel. Am Anfang muss eine beliebige Variable für das Ergebnis stehen, hier y= ...

Verfügbare math. Funktionen sind unter dem Symbol **Sin** erreichbar

Die zuletzt gemachten Eingaben können hier abgerufen werden

Der Formelinterpreter

Eine Erweiterung des Taschenrechners ist der Formelinterpreter, um Funktionsgraphen einfach darzustellen.

Formelinterpreter

Tools: **Fkt.Graph** (1), Rechner, Bibliothek

Formelinterpreter: $\mu = 0$, $h = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)^2}$
Dichtefunktion der Normalverteilung

Options: Kurven darstellen, Formeln und Kurven darstellen, Kurvendiskussion, Formeln alleine darstellen

Buttons: **f(x)**, Sin, π , α , X, \square , \square

Formel: $\mu=0; h=1/(\sigma \cdot \text{wurzel}(2 \cdot \pi)) \cdot e^{-1/2 \cdot ((x-\mu)/\sigma)^2}$ [Dichtefunktion der Normalverteilung]
0.00013383 für X-Start

Graph Settings: X start: -4 (7), X ende: 4, Variable: x, X Punkte: 100; Z start: 1, Z ende: 3, Variable: σ , Kurven: 3 (8); Y start: auto, Y ende: auto; 2D-Darstellung, 3D-Darstellung

Buttons: OK, Abbruch, Hilfe

Text: Daten für diese Grafik befinden sich in der Tabelle unter dem Reiter #Chartx

Formelsammlung

Drag & Drop (3)

- Bezeichner / Variable** (4): Bezeichner: σ , Mit Wert belegen: 1, Verwendung als Variable (X), Verwendung als 2. Variable (Z) oder Parameter!
- Bezeichner / Variable** (5): Bezeichner: x, Verwendung als Variable (X), Verwendung als 2. Variable (Z) oder Parameter
- Bezeichner / Variable** (6): Bezeichner: μ , Mit Wert belegen: 0, Verwendung als Variable (X), Verwendung als 2. Variable (Z) oder Parameter

Wertebereich für die X-Achse definieren (7)

3 Kurven für die Standardabweichung (8)

2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,90
306,87

Der Formelinterpreter

Zuordnung der Bezeichner aus den vorherigen Schritten ④ - ⑥

Bezeichner / Variable

Bezeichner:

Mit Wert belegen:

Verwendung als Variable (X)

Verwendung als 2. Variable (Z) oder Parameter

OK Abbruch

$\mu = 0$

$$h = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)^2}$$

Dichtefunktion der Normalverteilung

Bezeichner / Variable

Bezeichner:

Mit Wert belegen:

Verwendung als Variable (X)

Verwendung als 2. Variable (Z) oder Parameter

OK Abbruch

Bezeichner / Variable

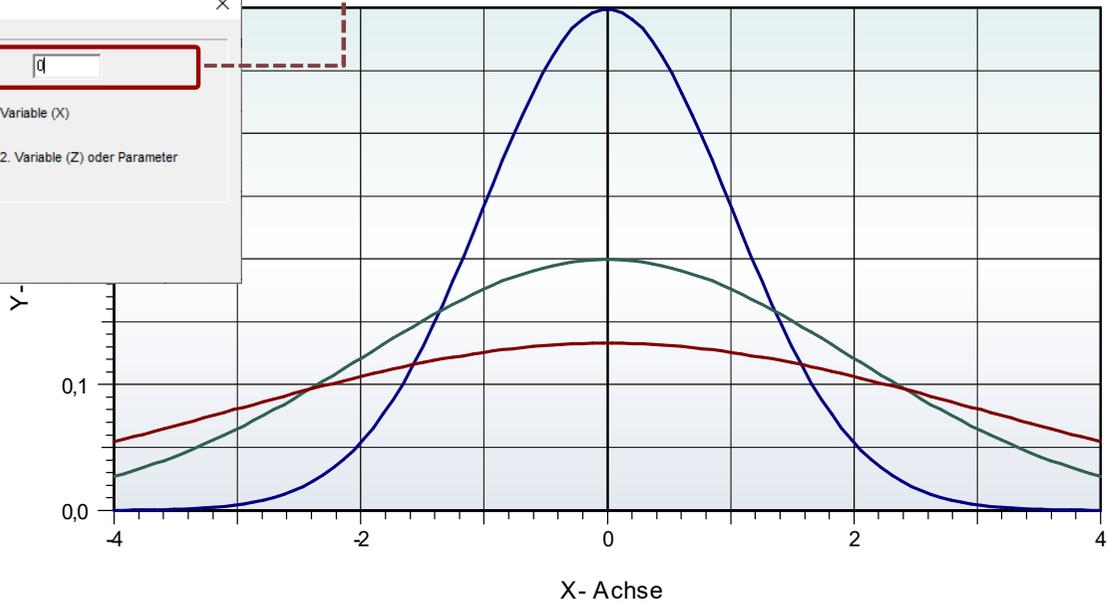
Bezeichner:

Mit Wert belegen:

Verwendung als Variable (X)

Verwendung als 2. Variable (Z) oder Parameter

OK Abbruch

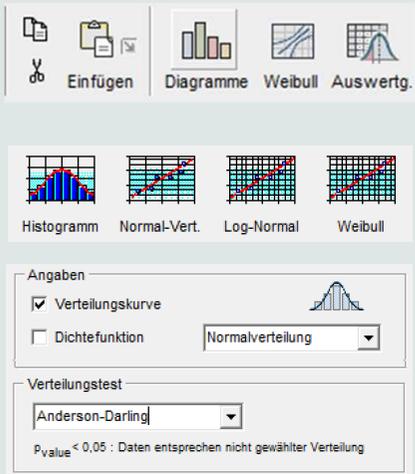
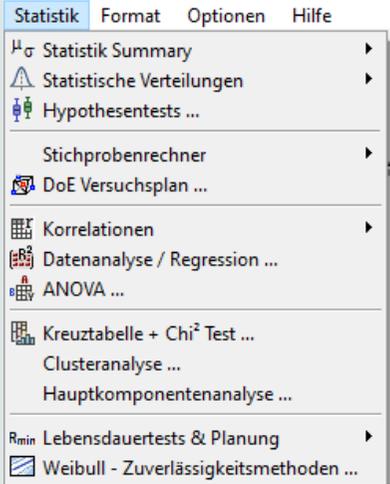
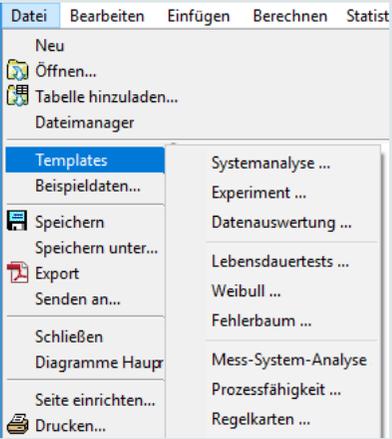


- $\sigma = 1$
- ▽— $\sigma = 2$
- ◇— $\sigma = 3$

2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,90
306,87

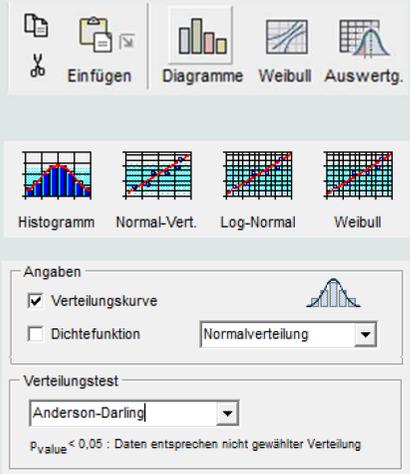
Statistische Methoden

Statistische Methoden gibt es über folgende 3 Wege:

Diagrammfunktionen	Interne Funktionen	Templates
<p>z.B. Test auf Normalverteilung, Hypothesentest auf Gleichheit mittels Boxplot</p> <p>⇒ Auswahl <i>Diagramme</i></p> 	<p>z.B. Berechnung von Verteilungen, DoE, Regression, Stichprobenrechner, etc.</p> <p>⇒ Auswahl Menü <i>Statistik</i></p> 	<p>z.B. Hypothesentests, oder Weibull-Analysen.</p> <p>⇒ Auswahl Menü <i>Datei/Templates</i></p> 

2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,90
306,87

Statistik über Diagrammfunktionen

Diagrammfunktionen	Interne Funktionen	Templates
<p>z.B. Test auf Normalverteilung, Hypothesentest auf Gleichheit mittels Boxplot</p> <p>⇒ Auswahl <i>Diagramme</i></p>  <p>Angaben</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Verteilungskurve </p> <p><input type="checkbox"/> Dichtefunktion Normalverteilung</p> <p>Verteilungstest</p> <p>Anderson-Darling</p> <p><small>P_{value} < 0,05 : Daten entsprechen nicht gewählter Verteilung</small></p>	<p>z.B. Berechnung von Verteilungswerten, DoE, Regression, Stichprobenrechn.</p> <p>⇒ Auswahl Menü <i>Statistik</i></p>	<p>z.B. Hypothesentests, oder Weibull-Analysen.</p> <p>⇒ Auswahl Menü <i>Datei/Templates</i></p>

Einfache Grafik erstellen - Histogramm

Am Beispiel eines Histogramms werden zunächst hier die wichtigsten Schritte zur Erstellung einer einfachen Grafik gezeigt.

1 beginnend ab Zeile 2 Eingabe der Daten

2 Diagramme

Entfern **Hinzufügen** Ändern Refresh

4 Histogramm

5 Häufigkeitsverteilung

6 OK

7 10,012 = 20,53%

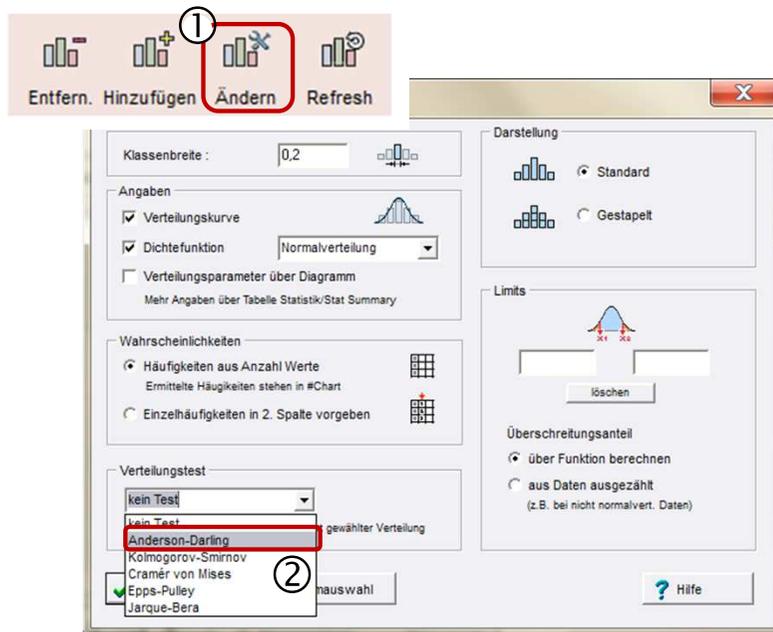
Fahren Sie mit der Maus über das Diagramm, es wird oben der Prozentbereich angezeigt.

Durchmesser (mm)	Häufigkeit	Relative Häufigkeit (%)
9,98	1	5,13%
9,99	2	10,26%
10,00	3	15,39%
10,01	2	10,26%
10,02	1	5,13%

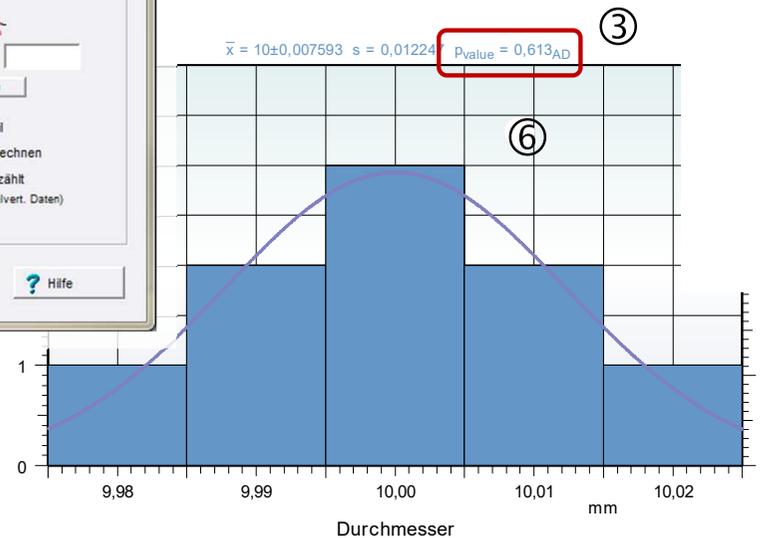
Test auf Normalverteilung (Diagramm-Option)

In diesem Boxplot ist eine statistische Prüfung auf die gewählte Verteilung möglich (hier die Normalverteilung)

Zurück in Dialogbox der Diagrammparameter



Die Hypoth. dass die Daten normalverteilt sind, wird abgelehnt, wenn $p_{\text{value}} < 0,05$



Wichtige Hinweise!

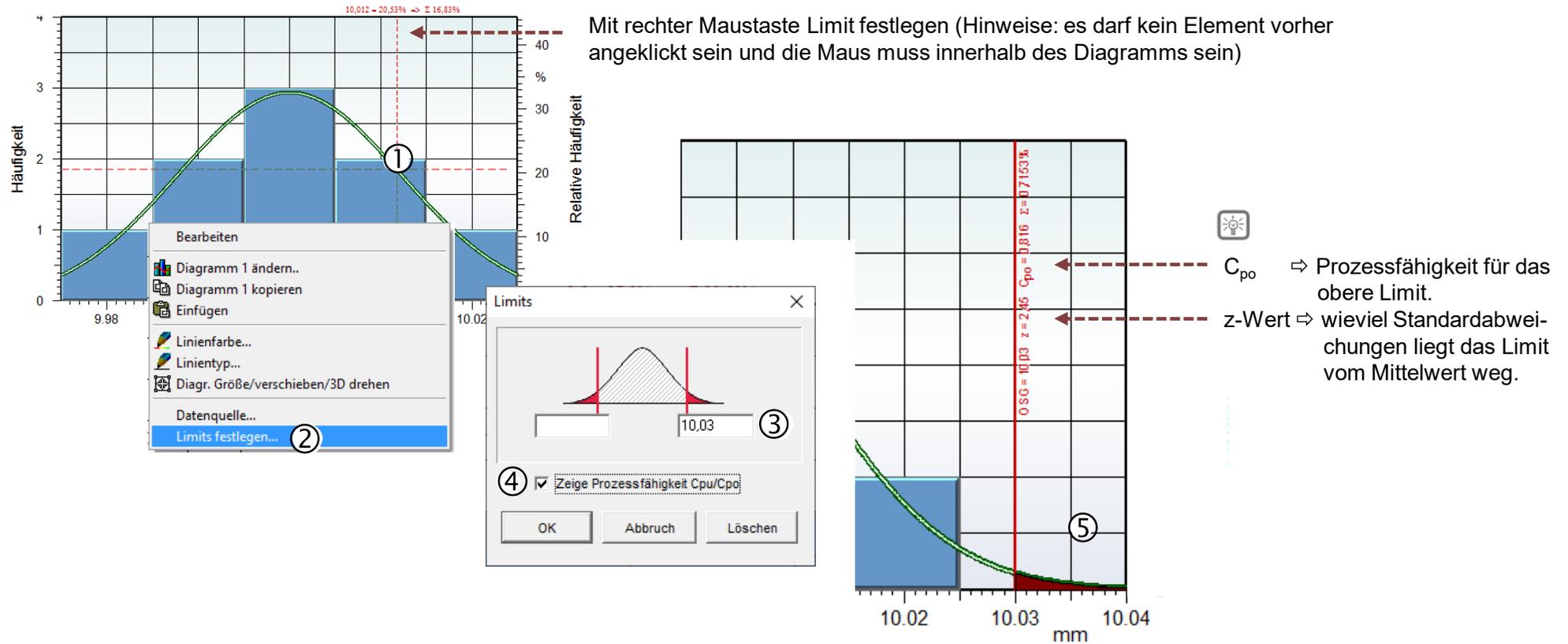
Es gibt unterschiedliche Testverfahren, deren Ergebnisse hinsichtlich des p_{values} teilweise stark abweichen können. Selbst bei gleichem Test kann es wegen unterschiedlicher Klassierung zu Abweichungen zu anderen Software-Pakten kommen (z.B. KS-Test).

Es gibt unter `..\Templates\11_StatistikTests` Templates, die ebenfalls Tests auf Normalverteilung bereitstellen und auch unterschiedlich sein können. Die Rechenverfahren sind als Makros einsehbar.

2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,90
306,87

Limit oder Toleranzgrenze festlegen

Die sogenannte Prozessfähigkeit lässt sich hier direkt im Diagramm einblenden.



2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,90
306,87

Boxplot aufgeteilt nach Merkmal

Eine Datenspalte kann abhängig von Merkmalen der benachbarten Spalten gruppiert werden, z.B. der Verbrauch über die Zylinderanzahl.

The screenshot illustrates the workflow in Visual-XSel to create a grouped boxplot:

- Data Table:** A table with columns D, E, F, G, H. Column H is labeled 'Verbr' and contains values: 5.8, 5.9, 6.4, 8.3, 4.5, 4.8, 5.2, 6.6.
- Menu:** The 'Diagramme' menu is selected, and 'Boxplot' is chosen from the 'Standard' category.
- Data Selection:** In the 'Datenauswahl' dialog, column H ('Verbr') is selected as the data to be displayed.
- Grouping:** In the 'Merkmale für Gruppieren' dialog, column C ('Zyl') is selected as the grouping feature.
- Boxplot Options:** The 'Boxplot' dialog is configured with 'Median' as the central marker, 'Min/Max' whiskers, and 'normalverteilt' as the distribution assumption.
- Resulting Chart:** A grouped boxplot is displayed with three groups: 'Zyl=4' (blue), 'Zyl=6' (green), and 'Zyl=8' (red). The y-axis is labeled 'Verbr' and ranges from 2 to 16.

Beispieldaten: Menüpunkt *Datei / Beispiele* und öffnen von : *Beispiel_Verbrauch.vxt*

Für die gruppierten Daten gibt es einen Test auf Normalverteilung

2. Boxplot hinzufügen für Kategorie „Krfstst“

Weiteren Boxplot über eine neue Gruppe hinzufügen z.B. der Verbrauch über die Kraftstoffart.

① Spalte H markieren

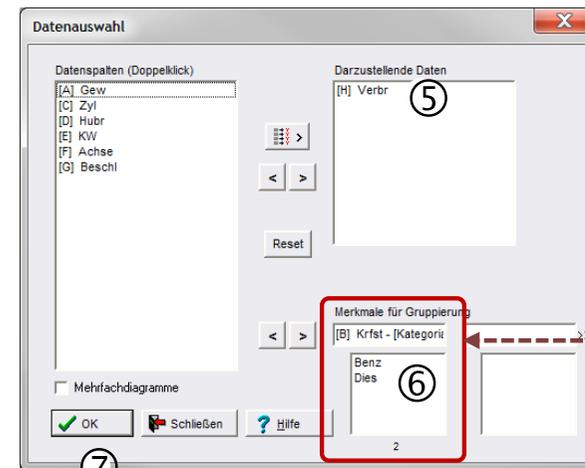
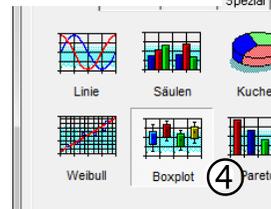
② Diagramm Auswahl



	D	E	F	G	H
	Hubr	KW	Achse	Beschl	Verbr
4	1599	90	3,64	10,1	5,8
4	1995	105	3,39	8,7	5,9
4	1995	125	3,73	7,7	6,4
6	2996	195	3,46	6	8,3
4	1995	105	3,07	8,9	4,5
4	1995	130	2,56	7,5	4,8
4	1995	150	2,81	6,9	5,2
4	1995	125	3,64	9,1	6,6

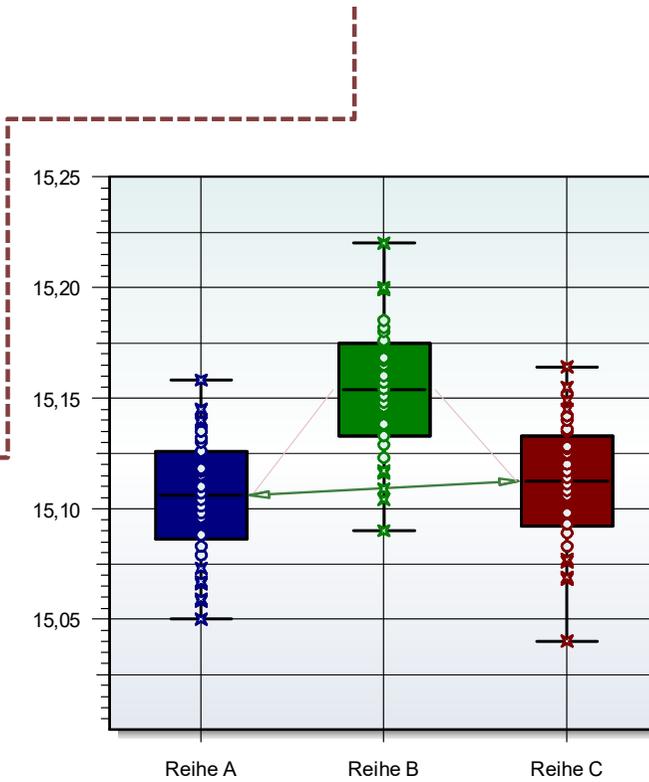
Diagramm

③ hinzufügen



Statistischer Test auf signifikante Unterschiede über Diagramm-Option

Es gibt einen paarweisen t-Test für normalverteilte Daten, ein sogenannter Tukey-Test zur Berücksichtigung aller Stichproben, oder ein u-Test für nicht normalverteilte Daten.



Bei „Gleichheit“ der Daten wird ein grüner Pfeil zwischen den Boxplots gezeichnet, bei „Ungleichheit“ eine rote Linie.

Beispieldaten: ...\\Templates\\11_StatistikTests\\StatTest_Multi_t.vxg

Weibull – Netz erstellen für Lebensdaueranalysen

Die Weibull-Analysen und -Diagramm bieten umfangreiche und leistungsfähige Funktionen für die Praxis.

The screenshot illustrates the steps to create a Weibull network in Visual-XSel:

- 1**: Select the **Weibull** option in the main menu.
- 2**: Choose a data evaluation method, such as **Einheiten komplett ausgefallen** (completely failed units).
- 3**: Configure the **Weibull-Netz** (Weibull network) parameters, including the number of runners (**Durchläufer**).
- 4**: Select the **Options** for the analysis, such as **2-parametrig (Gerade)** (2-parameter straight line).
- 5**: A dialog box provides instructions: **1. Geben Sie Ihre Daten in Spalte A ab Zeile 2 ein (erste Zeile ist für Kopfzeile)** and **2. Wählen Sie Diagrammtyp Weibull (Rubrik Statistik), oder das Symbol hier**.

	A	B	C	D
1	Laufzeit			
2	1234			
3	2938			
4	3947			
5	4857			
6	5867			
7	7867			
8				
9				

Graph Data:

Laufzeit (h)	Ausfall
700	0.1
1000	0.2
2000	0.4
3000	0.6
4000	0.8
5000	1.0
7000	1.2
10000	1.4

Options Dialog (4):

- 2-parametrig (Gerade)
- 3-parametrig (ausfallfreie Zeit, Kurve)
- Extrapolieren
- Funktion zeigen
- Vertrauensbereich
- Häufigkeiten in Spalte 2 vorgeben
- Test auf Weibull-Verteilung
- später weitere Optionen anzeigen

Hinweis: auszuwertende Daten sollten sich vorher in der Zwischenablage befinden (hier eine Spalte z.B. aus Excel, Laufzeiten müssen ab Zeile 2 beginnen).

Ausführliche Beschreibungen unter: www.weibull.de/Weibull-Analysen.pdf

Methoden und Statistik über interne Funktionen

Diagrammfunktionen

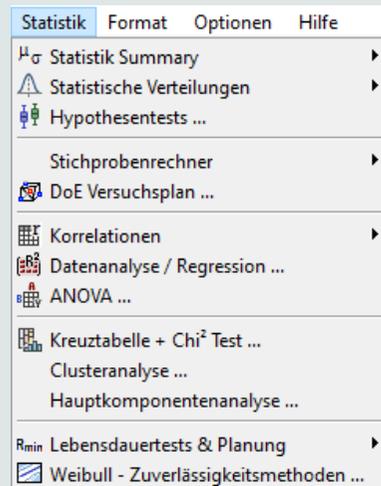
z.B. Test auf Normalvertlg.,
Hypothesentest auf Gleichh.
mittels Boxplot

⇒ Auswahl *Diagramme*

Interne Funktionen

z.B. Berechnung von Ver-
teilungswerten, DoE, Re-
gression, Stichprobenrechn.

⇒ Auswahl Menü *Statistik*



Templates

z.B. Hypothesentests, oder
Weibull-Analysen.

⇒ Auswahl Menü
Datei/Templates

Statistische Verteilungen mit Vorgabe der Parameter

Statistische Verteilungen – Werte berechnen oder als Grafik darstellen.

The screenshot shows the 'Statistik' menu with 'Statistische Verteilungen' selected. The dialog box 'Statistische Verteilungen' is open, showing the following configuration:

- Verteilung:** Normalverteilung (selected)
- Typ:** Inversfunktion (selected)
- Parameter:** \bar{x} = 0, s = 1, $1 - \alpha$ % = 95
- Ausgabe:** Einzelwert (selected)
- Resultat:** $x = 1,64485364$



Bei Auswahl der inversen Normalverteilung und Mittelwert=0, sowie Standardabw.=1 ist das Ergebnis x die sogenannte Quantile hier in der Bedeutung des „z“-Wertes (wie viele Standardabweichungen nach rechts ergeben in Summe 95%)

2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,90
306,87

Einfache Regression

Zwei Datenspalten können über ein Liniendiagramm als x-y-Regression abgebildet werden.

Statistik Format Optionen Projekt H

- Statistik Summary
- Statistische Verteilungen
- Hypothesentests ...
- Analyse Leitfaden ...
- Einfache Regression über Diagramm...** ②
- Multiple Regression manuell
- Multiple Regression vollauto
- PLS Partial Least Square (korreli...
- Logistische Regr. (Zielgröße...
- Neuronale Netze ...
- Alle Datenzeilen wieder zurü...
- Wiederholg. untereinander a...
- Wiederholungen nebeneinar...
- Modellwerte in Tabelle hinzu...
- Normierte Datentabelle -1...
- Modell rücksetzen

Datenwahl

Datenspalten:

- [B] Krfst - [Kategorial]
- [C] Zyl
- [D] Hubr
- [E] KW
- [F] Achse
- [G] Beschl

Bezug X-Achse: [A] Gew ③

Darzustellende Daten: [H] Verbr ④

Regression

Regressionstyp

- $y = bx$ $R^2 =$ a=0
- $y = a + b \cdot x$ $R^2 =$ b=
- $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$
- $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot x^3$
- $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2 + \dots + z \cdot x^z$ 4
- $y = a \cdot x^b$
- $y = a \cdot e^b(b \cdot x)$
- $y = a \cdot e^b(b/x)$
- $y = a + b/x$
- $y = a + b \cdot \log(x)$

Transformation horizontal

- Offset $x' = x +$ 0
- Spiegeln $x' = 0 - x$

Transformation vertikal

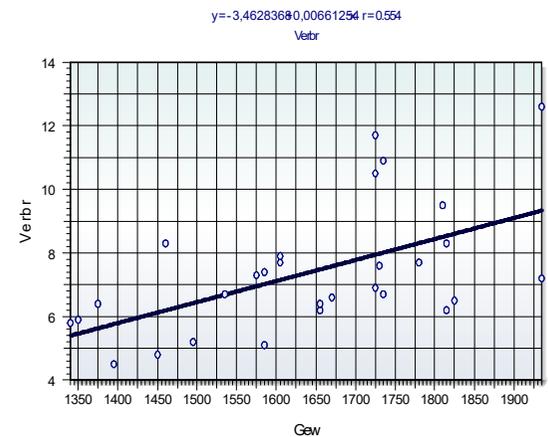
- Offset $y' = y +$ 0
- Spiegeln $y' = 0 - y$

⑤

Beispieldaten: Menüpunkt *Datei / Beispieldaten* und öffnen von *Beispiel_Verbrauch.vxt*

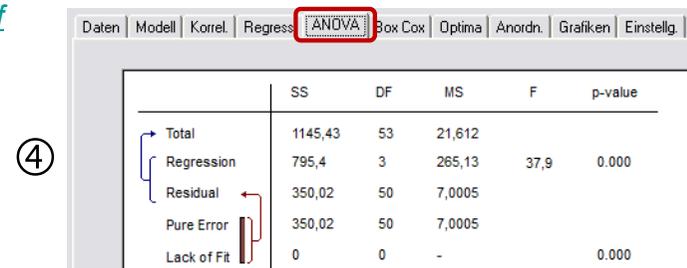
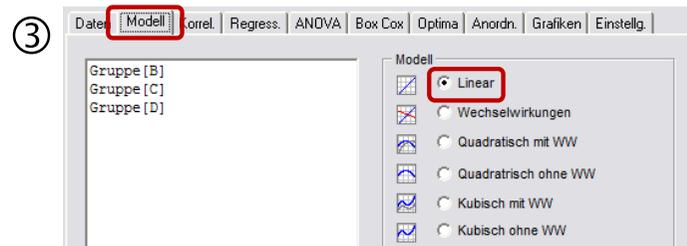
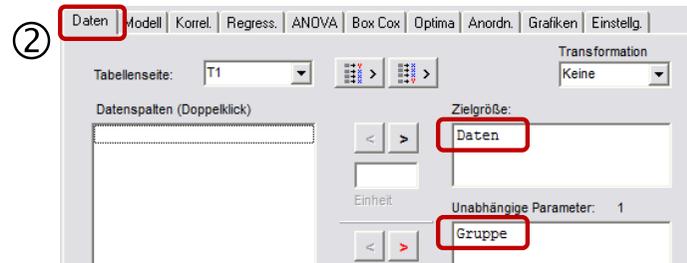
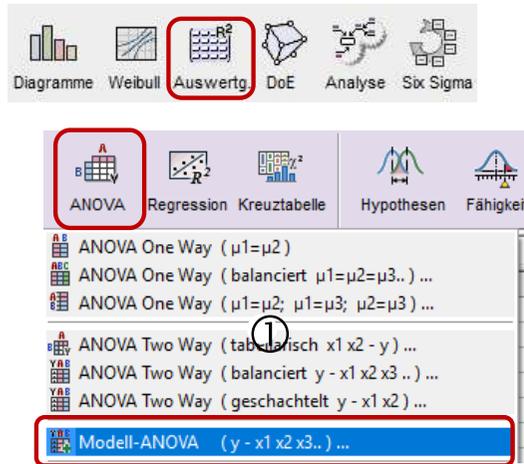


Es gibt für jeden Regressionstyp die Angabe eines Bestimmtheitsmaßes R^2 für die beste Anpassung an die Daten.

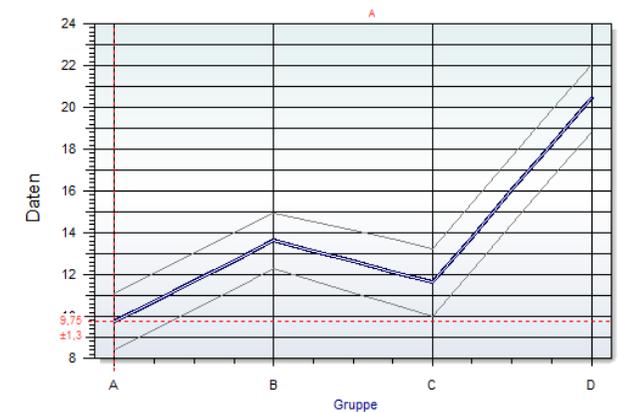


Klassische One-Way-ANOVA

Für die klassische One-Way-ANOVA wird zunächst ein lineares Modell erstellt (gleiche Methode, wie unter Multiple Regression). Die Faktoren und die Zielgröße stehen in eigenen Spalten.

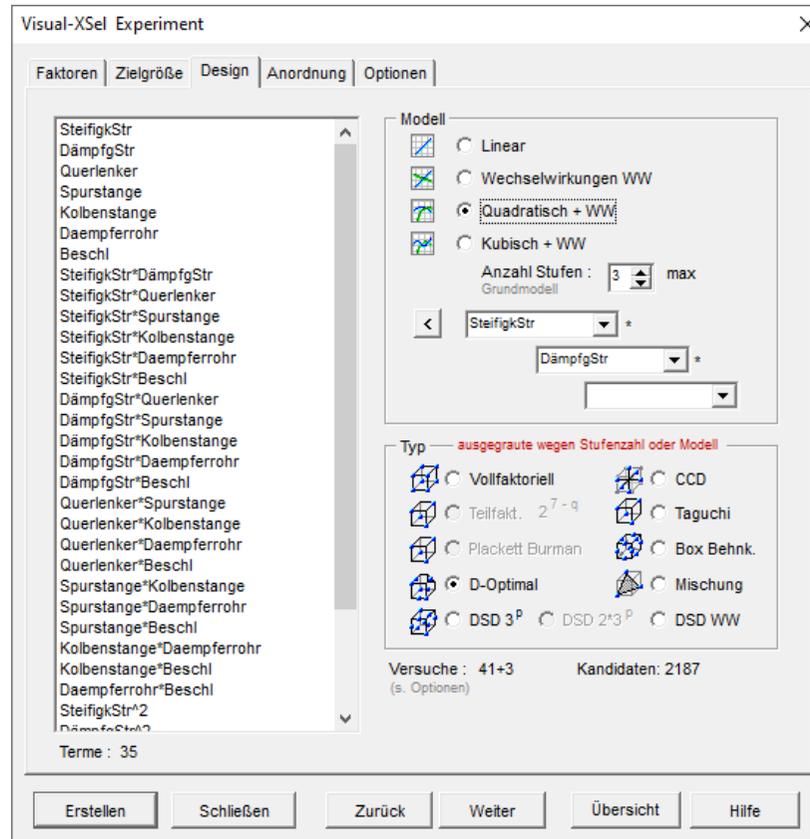


Hinweis:
Die Ergebnisse der Gruppenanteile und deren p-values stehen unter „Regression“. Die Ausgabe von Grafiken geschieht wie auf der vorherigen Seite.

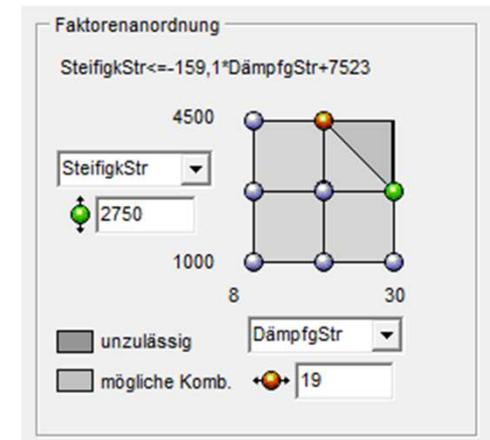


Erstellung eines Versuchsplanes

In Visual-XSel gibt es alle wichtige Versuchspläne und ganz neu sogenannte DSD 2*3^p und DSD WW (Erweiterung der Definitiven Screening Designs, z.B. für Wechselwirkungen)



- Import der Parameter aus Tabellen
- Ableiten von DoEs aus Wirkdiagrammen
- Bis zu 120 Parameter und 16 Zielgrößen
- Kategoriale Parameter
- 3-fach Wechselwirkungen
- Berücksichtigung bestehender Versuche
- Techn. Einschränkungen definierbar
- und vieles mehr...



Ausführliche Beschreibungen unter:

[www.versuchsmethoden.de/
Versuchsplanung.pdf](http://www.versuchsmethoden.de/Versuchsplanung.pdf)

2870,90
609,98
11907,05
890,77
17877,50
306,87

Datenauswertung Multiple Regression

Die Datenauswertung von Versuchsplänen oder historischen Daten bietet alle wichtigen Analysewerkzeuge

Auswertg.

ANOVA **Regression** Diskret

- Analyse Leitfaden ...
- Multiple Regression manuell ...**
- Einfache Regression über Diagramm...
- Multiple Regression vollautomatisch
- PLS Partial Least Square (korrelierende Daten)
- Logistische Regr. (Zielgröße diskret auf 2)
- Neuronale Netze ...
- Alle Datenzeilen wieder zurück ins Modell
- Wiederholg. untereinander als Mittelw. und
- Wiederholungen nebeneinander untereina
- Modellwerte in Tabelle hinzufügen
- Normierte Datentabelle -1..+1
- Modell rücksetzen

Term	Koeffizient	p-value	VIF	ΔR^2
Constant	5,013979			
SteifigkStr	-1,16686	0,000	1	
DämpfgStr	-0,83833	0,000	1,9	
Querlenker	-0,47435	0,000	1,5	
Spurstange	-0,24166	0,000	1	
Kolbenstange	0,794462	0,000	1,1	
Daempferrohr	0,160125	0,000	1,2	
SteifigkStr*DämpfgStr	0,60649	0,000		
SteifigkStr*Querlenker	-0,11392	0,008		
SteifigkStr*Spurstange	-0,0461	0,265		
SteifigkStr*Kolbenstange	0,007545	0,855		
SteifigkStr*Daempferrohr	-0,00597	0,886		
DämpfgStr*Querlenker	0,01606	0,684		
DämpfgStr*Spurstange	0,039027	0,375		
DämpfgStr*Kolbenstange	-0,17985	0,000		
DämpfgStr*Daempferrohr	-0,02574	0,520		
Querlenker*Spurstange	0,001886	0,965		
Querlenker*Kolbenstange	-0,05134	0,215		
Querlenker*Daempferrohr	0,051293	0,197		
Spurstange*Kolbenstange	-0,09208	0,035		
Spurstange*Daempferrohr	0,09476	0,038		
Kolbenstange*Daempferrohr	0,021674	0,607		
SteifigkStr ²	1,054252	0,000	3,5	
DämpfgStr ²	-0,00611	0,960	1,3	
Querlenker ²	0,227663	0,046	1,3	
Spurstange ²	0,357494	0,000	2,9	
Kolbenstange ²	-0,81283	0,000	3,7	
Daempferrohr ²	-0,20167	0,123	2	

Statistik: $R^2 = 0,985$, $R^2_{adj} = 0,979$, $DF = 38$, $RMS = 0,2012$, $RMS/Ym = 0,033$

Koeffizient und p-Value

Modelleinfl. und Irrtumswahrscheinlichkeit

Weitere Infos (Hilfe-Taste)

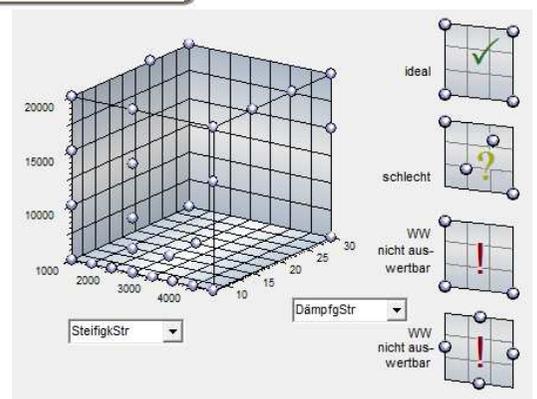
Der Koeffizient (normiert) beschreibt die Größe des Einflusses im Modell und der p-Value ist die Irrtumswahrscheinlichkeit für diesen Einfluss. Er sollte kleiner 0.05 sein.

Der aktuelle p-Value=0.00836 bedeutet, dass der Modell-Term hochsignifikant ist (statistisch bezeichnet mit **)

SteifigkStr * Querlenker

Vollautomatische Expertenauswertung auch durch andere Anwendungen möglich (Version Analyser)

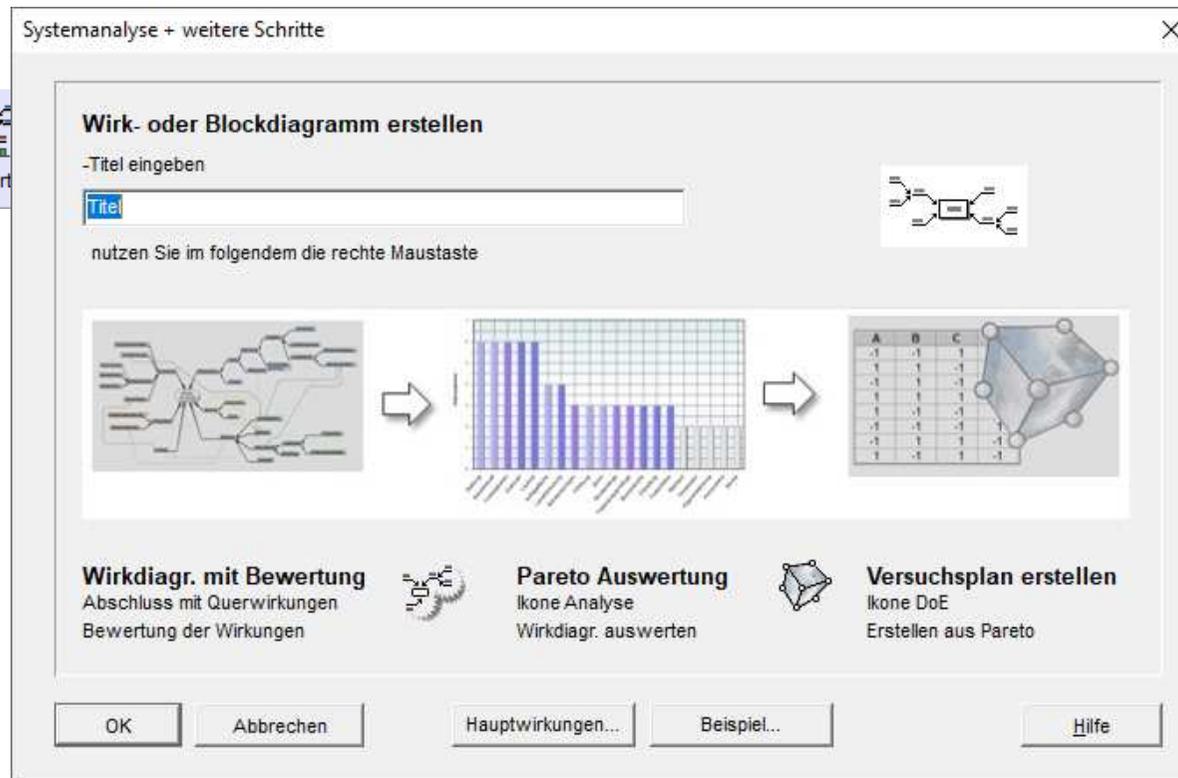
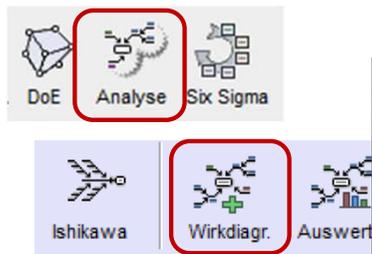
Es gibt viele Hinweise und Hilfestellungen



Ausführliche Beschreibungen unter:
www.versuchsmethoden.de/MultipleRegression.pdf

Ursachen-Wirkungs-Diagramm

In Visual-XSel bietet eine Vielzahl von Tools zur Systemanalyse, insbesondere das „Wirkdiagramm“)



Durchgehende Funktionalität – vom Wirkdiagramm über Paretoauswertung zum Versuchsplan.

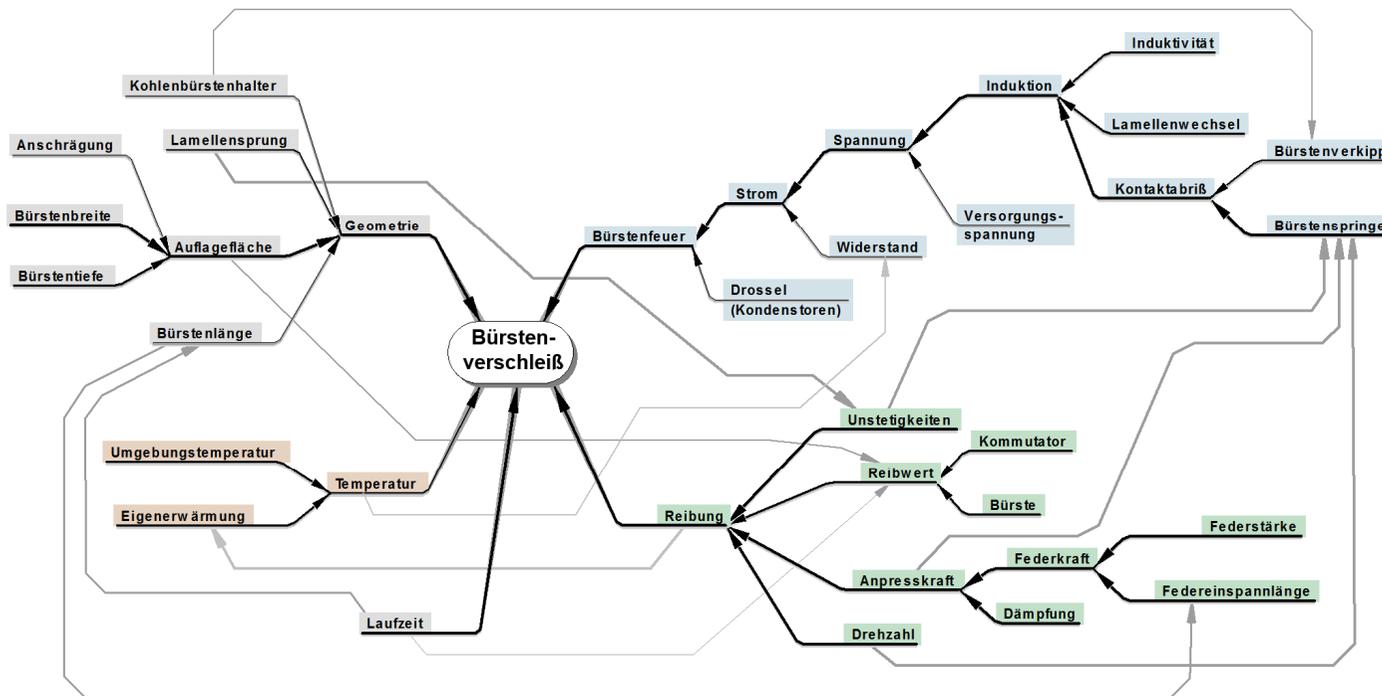
Es kann ein Wirkdiagramm auch in einen Fehlerbaum umgewandelt werden oder umgekehrt.

Ausführliche Beschreibungen unter: www.versuchsmethoden.de/Systemanalyse.pdf

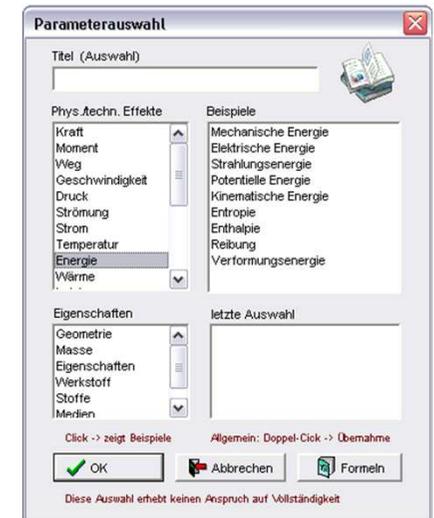
Ursachen-Wirkungs-Diagramm

Das Wirkdiagramm kann bewertet werden und bietet Querverbindungen zu Beurteilung von Abhängigkeiten
 ⇒ wichtig um zu entscheiden, was in einen Versuchsplan rein muss und was nicht.

📁 Datenbeispiel unter: [...\\Templates\\1_Systemanalyse\\Wirkdiagramm_Bürstenverschleiss.vxg](#)



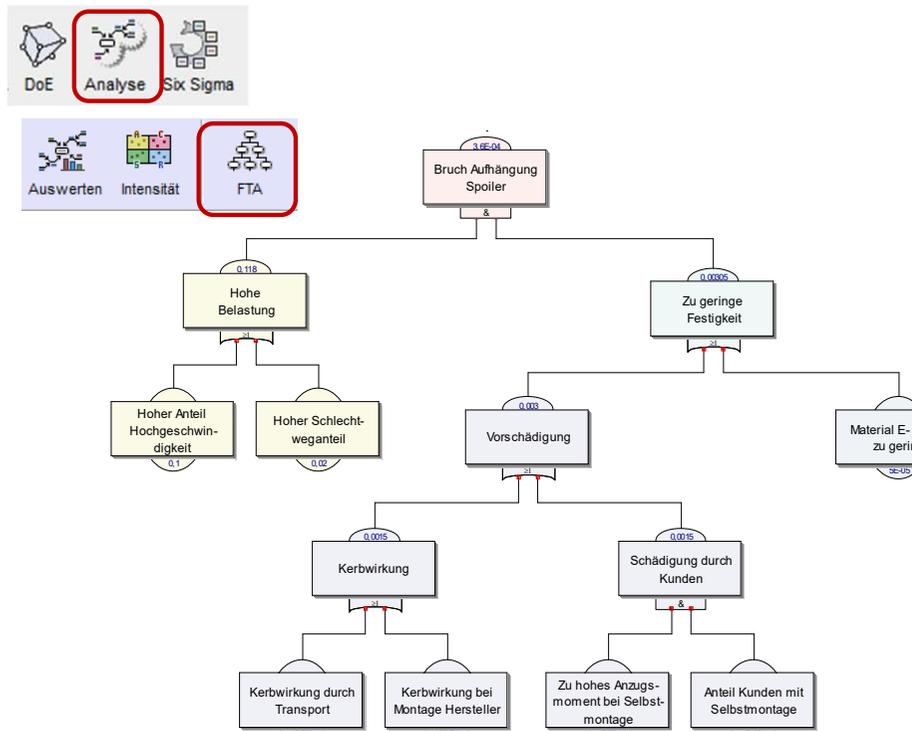
Eine Parameter-Bibliothek hilft nichts zu übersehen



Ausführliche Beschreibungen unter: www.versuchsmethoden.de/Systemanalyse.pdf

Fehlerbaumanalyse

Umfangreiche Fehlerbaumanalyse mit Sub-Gates auf mehreren Ebenen sind möglich. Die Bestimmung von sogenannten Cut-Sets berücksichtigt mehrere Ursachen in verschiedene Gates.



- I Text bearbeiten (Titel, Kommentare, Hyperlink) ...
- P Wahrscheinlichkeit definieren...
- Berechnen (inkl. Datei speichern) F9
- Top-Down berechnen ...
- Kritischer Pfad
- OR-Gate anfügen
- XOR-Gate anfügen
- AND-Gate anfügen
- Basis Event anfügen
- Sub-Gate anfügen
- Sub-Gate Unterstruktur weiterführen ...
- Text-Element anfügen



- Alle FTA Elemente auch Vote-Gates
- Sub-Gates mit verschiedenen Ebenen
- Short-cuts
- Berechnung des kritischen Pfades
- Wahrscheinlichkeiten über Verteilung oder aus standardisierter FMEA Tabelle
- Import aus Gliederungen
- Export als FMEA Formblatt oder als Wirkdiagramm

Eintrittswahrscheinlichkeit

Definition über FMEA Auftreten A

VDA/AIAG FMEA Handbuch 2019

P	Wahrscheinlichkeit	Auftreten A*
<input type="radio"/>	P=0	0 ppm 1
<input type="radio"/>	P=1E-6	1 ppm 2
<input type="radio"/>	P=1E-5	10 ppm 3
<input type="radio"/>	P=1E-4	100 ppm 4
<input type="radio"/>	P=5E-4	500 ppm 5
<input type="radio"/>	P=0.002	2000 ppm 6
<input type="radio"/>	P=0.01	10000 ppm 7
<input type="radio"/>	P=0.02	20000 ppm 8
<input type="radio"/>	P=0.05	50000 ppm 9
<input type="radio"/>	P=0.1	100000 ppm 10

Wahrscheinlichkeit: P: 0,03 für bestimmte Zeit t

P fix halten für Top Down Berechnung

Definition über Verteilung

- keine (siehe links)
- Exponential (A)
- Log-Normal
- Weibull

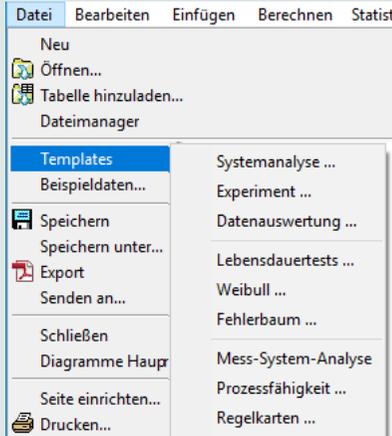
Zeit: [] h für alle gleich

Buttons: OK, Abbruch, Hilfe

* FMEA Handbuch AIAG/VDA 2019 Alternative Tabelle (A=1 => 0 ppm nicht in Verwendung)

Weitere Beschreibungen unter: www.weibull.de/Fehlerbaumanalyse.pdf

Methoden und Statistik über Templates

Diagrammfunktionen	Interne Funktionen	Templates
<p>z.B. Test auf Normalvertlg., Hypothesentest auf Gleichheit mittels Boxplot</p> <p>⇒ Auswahl <i>Diagramme</i></p>	<p>z.B. Berechnung von Verteilungswerten, DoE, Regression, Stichprobenrechn.</p> <p>⇒ Auswahl Menü <i>Statistik</i></p>	<p>z.B. Hypothesentests, oder Weibull-Analysen.</p> <p>⇒ Auswahl Menü <i>Datei/Templates</i></p> 

Templates

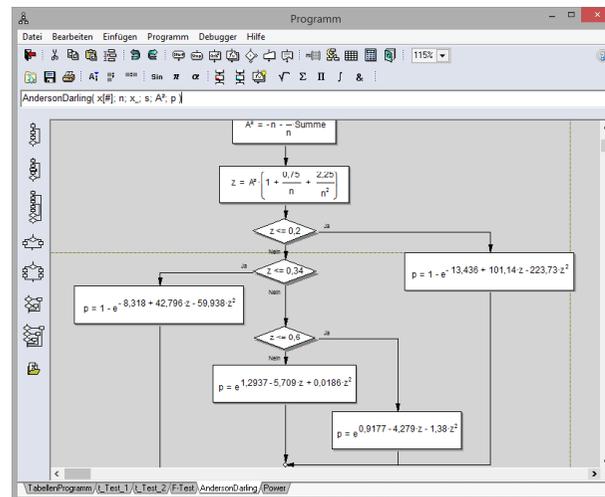
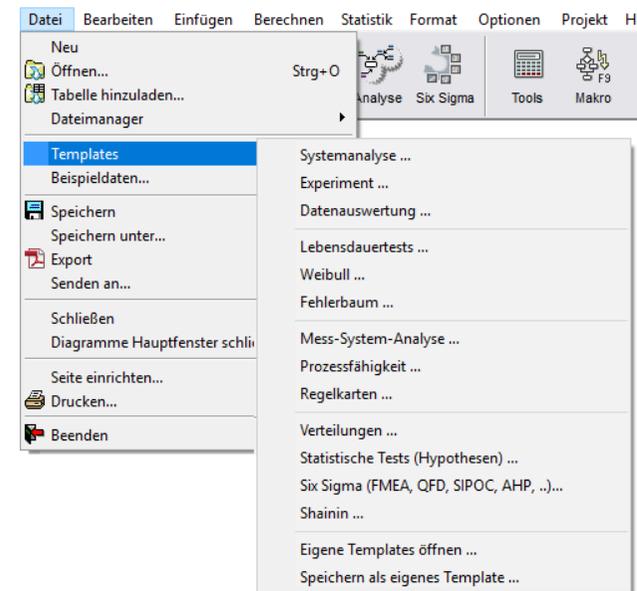
Bestimmte Methoden werden als Templates bereitgestellt, z.B. Hypothesentests, oder Weibull-Analysen. Die Berechnung erfolgt über Makros, die für eigene Bedürfnisse angepasst werden können.

Alle Templates befinden sich je nach Installation im Unterverzeichnis [C:\Apps\XSel17\Templates\...](#) oder in [C:\ProgramData\XSel17\Templates\...](#)

Unter dem Menü [Datei/Templates](#) können diese Vorlagen direkt geladen werden. Die auszuwertenden Daten sollten sich daher vorher in der Zwischenablage befinden.

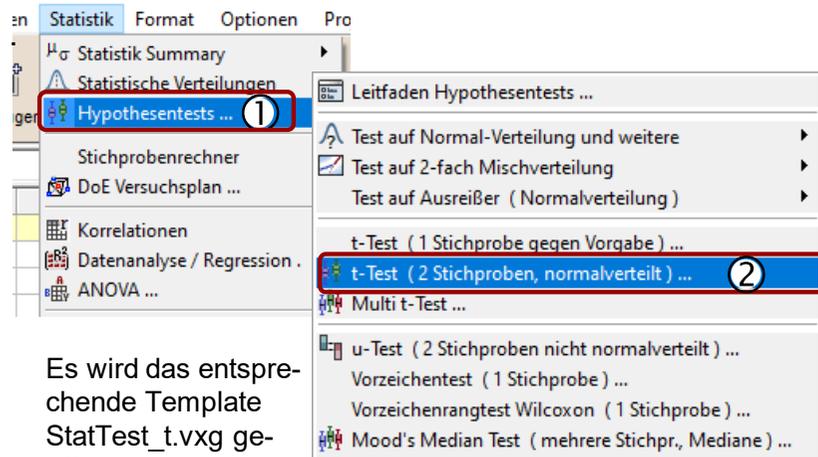
Templates können auch selber erstellt werden. Detaillierte Information hierzu gibt es unter: www.versuchsmethoden.de/Visual_XSel_Makros_15.pdf

Für bestehende Templates können diese unter der Ikone [Makro](#) eingesehen werden.



Anwendung von Templates

Für die Anwendung von Templates können bereits in der Tabelle befindliche Daten ausgewertet werden. Hierzu sind die entsprechenden Spalten z.B. A und B vorher zu markieren. Danach ist unter Statistik/Hypothesentests ein Verfahren auszuwählen, z.B. der t-Test.



Es wird das entsprechende Template StatTest_t.vxg geöffnet. Folgen Sie den weiteren Sprechblasen



t_Prüf	4,22
t_krit	2,06
alpha-Risiko	0,05
Mittel 1	8,267
Mittel 2	5,973
p-value	0,000
beta-Risiko	0,980
Power	0,020

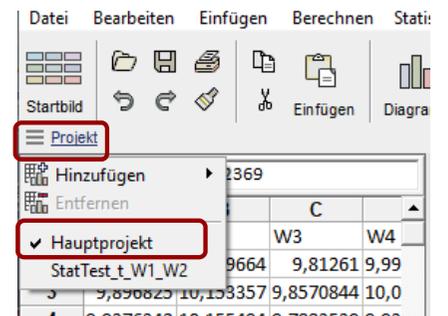
Die Nullhypothese, dass die Mittelwerte gleich sind, wird abgelehnt.

Die Varianzen sind nicht gleich
 Kr=Benz normalverteilt
 Kr=Dies normalverteilt



Wichtig !

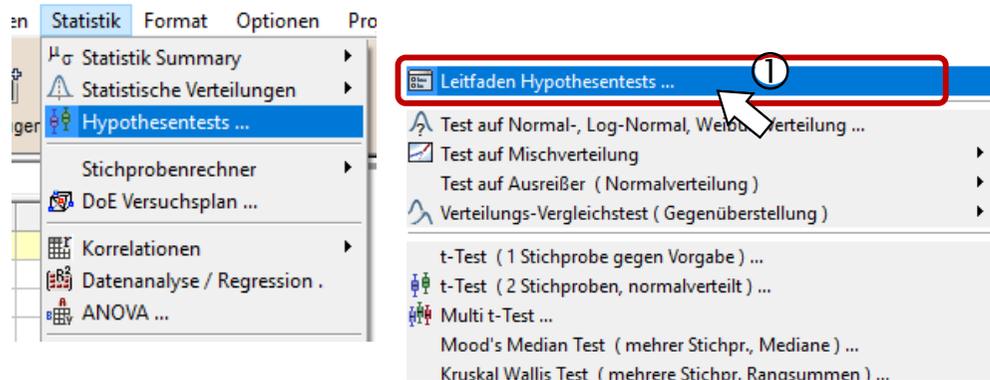
Das Template ist in die aktuelle Arbeitsdatei eingebettet. Man erhält die ursprüngliche Darstellung und die Ausgangsdaten wieder unter dem Menüpunkt **Projekt** Auswahl Hauptprojekt



Ausführliche Beschreibungen unter: www.versuchsmethoden.de/Hypothesentest.pdf

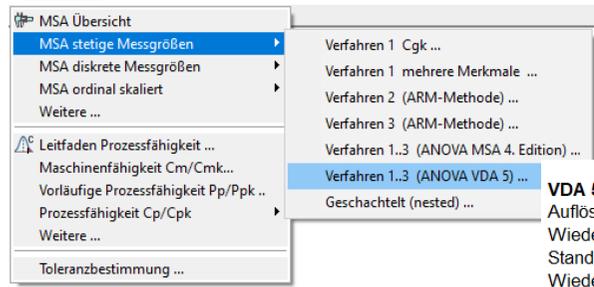
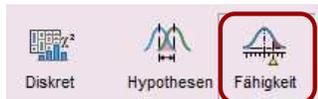
Statistische Hypothesentests mit Templates

Für den Fall, dass nicht klar ist, welchen Hypothesentest man verwenden soll, gibt es einen Leitfaden, der für die entsprechende Fragestellung das richtige Template auswählt.



Mess-System-Analysen

Alle wichtigen Methoden für stetige und diskrete Daten



VDA 5 / ISO 22514-7
 Auflösung der Anzeige
 Wiederholbarkeit Normal
 Standardunsicherheit (Bias)
 Wiederholbarkeit Prüfbjekt
 Wiederholbarkeit Prüfer
 Wechselwirkung
 Kalibrierunsicherheit
 Linearität

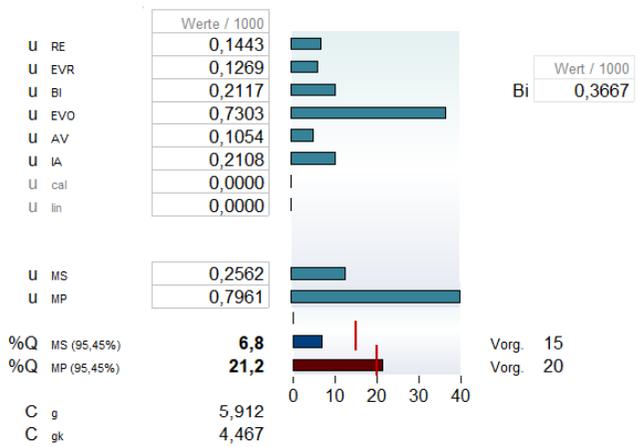
Messunsicherheit
 Messprozess

Messsystem
 (Bezug auf 4s, bzw. 95,45%)

Fähigkeitsindex
 (Bezug auf 4s, bzw. 95,45%)



- Unterstützt den VDA 5 oder die MSA 4th Verfahren 1,2 und 3
- ANOVA oder verschachtelte ANOVA
- Einseitige Toleranzen oder natürliche Grenzen
- Import von AQDEF Dateien
- Gage R&R, Bowker, Fleiss-Kappa, Kendal



Mehr Informationen:

www.versuchsmethoden.de/Mess-System-Analyse.pdf

www.versuchsmethoden.de/Mess-System-Analyse-diskret.pdf

Six Sigma Templates

Für Six Sigma und DFSS gibt es umfangreiche Excel- oder Visual-XSel Templates

The screenshot displays the Visual-XSel interface. The 'Datei' menu is open, showing various options including 'Six Sigma (FMEA, QFD, SIPOC, Chainin)'. A file explorer window shows a list of templates, with 'Cpk_Sigma_Tabelle.vxg' selected. A preview window titled 'Tabelle für Sigma - Werte + Überschreitungsanteile' displays a table with the following data:

Sigma	Cp	Cpk***	innerh. %*	außerh. %*	ppm**	ppm-SS***
1	0,33	-	84,13	15,87	158655	691462
1,5	0,50	0,00	93,32	6,68	66807	500000
2	0,67	0,17	97,72	2,28	22750	308538
2,5	0,83	0,33	99,38	0,621	6210	158655
3	1,00	0,50	99,87	0,135	1350	66807
3,5	1,17	0,67	99,98	2,33E-02	233	22750
4	1,33	0,83	99,9968	3,17E-03	32	6210
4,5	1,50	1,00	99,9997	3,40E-04	3,4	1350
5	1,67	1,17	99,99997	2,87E-05	0,287	233
5,5	1,83	1,33	99,999998	1,90E-06	0,019	32
6	2,00	1,50	99,9999999	9,87E-08	0,001	3,4

Below the table, a normal distribution curve is shown with shaded areas for 'innerhalb' and 'außerhalb' of a specified sigma level. The legend explains the asterisks: *

- * einseitig ohne Mittelwertverschiebung
- ** einseitig ohne Mittelwertverschiebung
- *** einseitig mit Mittelwertverschiebung von 1,5s

Unsere Angebote ...



Literatur

Unser **Taschenbuch der statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmethoden** beinhaltet weiterführende Themen, z.B. zu Systemanalysen, Weibull- und Zuverlässigkeitsmethoden, Versuchsplanung und Datenauswertung, sowie zur Mess-System-Analyse und Prozessfähigkeit.



Consulting & Schulungen & Six Sigma

Bei unseren Inhouse- oder Online-Schulungen wird die praxisnahe Anwendung von statistischen Methoden vermittelt. Wir haben über 20 Jahre Erfahrung, insbesondere in der Automobilindustrie und unterstützen Sie bei Ihren Problemstellungen, führen Auswertungen für Sie durch, oder erstellen firmenspezifische Auswertevorlagen.

Weitere Informationen finden Sie unter crgraph.de/Schulungen



Hotline

Haben Sie noch Fragen, oder Anregungen? Wir stehen Ihnen gerne zur Verfügung:

Tel. +49 (0)8151-9193638

e-mail: info@crgraph.de

Besuchen Sie uns auf unserer Home-Page: www.crgraph.de